

АНАЛИЗА НА ПОСТОЕЧКАТА СОСТОЈБА НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ НА ЗГРАДИТЕ

Анализа на потрошувачката на енергија, индикатори, енергетски потреби



Ристо В. Филкоски

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Машински факултет

Скопје, Република Македонија

risto.filkoski@mf.edu.mk



СОДРЖИНА НА ПРЕЗЕНТАЦИЈАТА

1. Енергетска категоризација и енергетски индикатори

2. Енергетски барања на зградите

- Енергетски барања за греење
- Енергетски барања за ладење
- Коефициент на искористливост (утилизационски коефициент)
- Енергетски барања за вентилација
- Енергетски барања за санитарна топла вода
- Енергетски барања за осветление
- Други енергетски потреби

3. Технички загуби

5. Помощна енергија

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетска категоризација и енергетски индикатори

Вовед

- За да се процени потенцијалот за енергетски заштеди на еден објект, потребно е најпрво да се одредат постојните енергетски карактеристики, одн. да се дефинира актуелната состојба
- Дали може да се процени потенцијалот за енергетски заштеди само врз основа на вкупната сметка за енергија?
- На пр., што значи податокот дека вкупната потрошувачка е 720 000 kWh/god.?
- Многу подобар показател за ефикасноста на користењето на енергијата – потребна специфична енергија (на пример, 130 kWh/m²god.)
- Други важни фактори: тип на објектот (административна зграда, болница, училиште итн.), климатски услови, технички инсталации и др.

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетска категоризација и енергетски индикатори

- Преку споредба на специфичната потрошувачка на енергија со националните индикатори за енергетските карактеристики може да се процени енергетската ефикасност на еден објект и да се добие прв показател (почетна позиција) за потенцијалот за подобрување
- Определување енергетска категорија во енергетскиот сертификат
- Потребна (барана) енергија и моќност по категории на потрошувачка
- **Потребна (барана) енергија – барана енергија на влез во системот, според дефинициите што се пропишани со европските стандарди**

Потрошувачка на енергија во објекти

Категории на потрошувачка

Развиена е стандардна структура за одредување на барана (потребна) енергија и моќност, со цел да се изработи единствена споредбена документација за бараната енергија во објектите.

Табела за спецификација на бараната енергија по категории

СЕЗОНА	КАТЕГОРИЈА НА ПОТРОШУВАЧКА	ЕНЕРГЕТСКИ НОСИТЕЛ
Зима	1. Греење	Гас, топлификација,
Цела година	2. Вентилација	нафта, јаглен, електрична
	3. Санитарна топла вода	енергија, сончева енергија
Лето	4. Вентилатори и пумпи	Електрична енергија
	5. Осветление	Електрична енергија
	6. Разно	Електрична енергија, гас
	7. Ладење	Електрична енергија
	8. Надворешна	

Потрошувачка на енергија во објекти

Спецификацијата на неколку категории на потрошувачка овозможува полесна анализа на бараната енергија и моќност во текот на различни периоди од годината.

Категоријата ја покажува и вкупната сума на енергија и моќност што може да се обезбеди од одредени енергетски носители.

Греење – енергетски потреби за покривање на трансмисионите топлински загуби и загубите од инфилтрација (намалени за топлинските добивки од сончево зрачење, осветление, уреди, метаболична топлина од луѓето)

Вентилација – покривање на топлинските загуби за вештачка вентилација

Ладење – енергетски потреби за ладење на кондициониран простор

Разно – енергетски потреби за се што не е вклучено во другите категории. Замрзнувачи, фрижидери итн. се вклучени во категоријата „разно“

Надворешна категорија на потрошувачка – енергетски потреби за надворешни инсталации (осветление, фонтани, ...)

Потрошувачка на енергија во објекти

2.1.3 Потрошувачка на енергија

Потрошувачката на енергија се базира на осумте категории на потрошувачки:

Категорија на потрошувачка	Енергетска зона I		Енергетска зона II		Вкупно	
	 m ²		 m ²		 m ²	
	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²
1. Греење						
2. Вентилација						
3. Санитарна топла вода						
4. Вентилатори и пумпи						
5. Осветление						
6. Разно						
7. Ладење						
Вкупно 1 - 7						
8. Надворешна						
Вкупно 1 – 8						

Потрошувачка на енергија во објекти

Годишната енергетска потреба (kWh/god.) и *специфичната*, годишна енергетска потреба (kWh/m²god.) (енергетска потреба по m² кондиционирана површина) се дадени за секоја категорија на потрошувач. Бараната моќност за одредена категорија на потрошувачка вклучува вредности за симулации на бараната моќност во kW и W/m².

Понекогаш е корисно да се подели објектот на одделни енергетски зони. На пример, во еден голем административен објект енергетска зона 1 може да бидат канцелариски површини, енергетска зона 2 може да вклучува кафетерија и кујнски површини, и енергетска зона 3 да вклучува загрејан паркинг. Поделбата на енергетски зони исто така зависи од барањата за внатрешна клима и начини на користење во различни области.

Вкупната специфична барана енергија за секоја категорија на потрошувачка претставува хоризонталната сума за секоја категорија. Вертикалната сума ја дава вкупната барана енергија за година за секој енергетски сектор како и за целиот објект.

Доколку е потребно, категориите на потрошувачка може да се поделат на под категории, на пример, "4. Вентилатори/пумпи" може да се подели на "4.1 Вентилатори за систем за вентилација", "4.2 Пумпи за системот за греење" и "4.3 Пумпи за систем за ладење (помошна енергија)". Деталните категории бараат дополнителна мерна опрема за регулација на потрошувачката на енергија за време на работата на објектот. Колку е

подетална категоризацијата, толку поскапо станува мерењето. Меѓутоа, за големи објекти, за ефикасна енергетска регулација може да биде потребна подетална категоризација.

Во помали објекти или во куќи за едно семејство категориите може да се поедностават во три категории: Греење (вклучувајќи природна вентилација), санитарна топла вода и домаќинство (осветление, опрема во домаќинството, итн.).

Потрошувачка на енергија во објекти

Пример

Вредности на барана (потребна) енергија и моќност за административен објект во Осло, Норвешка

Барана потрошувачка за енергија и моќност				
Објект . . . :		Административен објект		
Површина :		5.000 m ²		
Категорија на потрошувачка	Барана енергија		Барана моќност	
	kWh/god.	kWh/m ² god.	kW	W/m ²
1 Греење	225 000	45	125	25
2 Вентилација	90 000	18	200	40
3 Санитарна топла вода	40 000	8	25	5
4 Вентилатори/пумпи	75 000	15	35	7
5 Осветление	130 000	26	60	12
6 Разно	55 000	11	25	5
7 Ладење	35 000	7	25	5
Вкупно 1 - 7	650 000	130		
8 Надворешна	50 000			
Вкупно 1 - 8	700 000			

Потрошувачка на енергија во објекти

Индикатори за енергетски карактеристики

- Индикаторите за енергетските карактеристики даваат директна претстава за енергетската ефикасност на еден објект.
- Индикаторите за енергетски карактеристики се целни вредности или енергетски потреби во објектите по спроведување на (економски оправдани) мерки за подобрување на енергетската ефикасност.
- Тие може да бидат препорачани целни вредности, засновани врз проценка што се однесува на: голема група објекти, резултати од бројни пресметки или детален мониторинг и проценка на одбрани објекти.
- Индикаторите за енергетски карактеристики може да бидат и барања пропишани од страна на национални тела што се однесуваат на нови објекти или постојни објекти опфатени со големи реновирања (кодови за објекти).
- Индикаторите може да претставуваат целни вредности/барања за вкупните енергетски потреби (kWh/m²god.) или да бидат дефинирани за секоја категорија потрошувачи.

Потрошувачка на енергија во објекти

Индикатори за енергетски карактеристики

- Индикатори за енергетските карактеристики при градба на нови објекти и поголеми реновирања во Норвешка, за климатските услови за Осло

Норвешки кодови за објекти за 2007 година – барања за максимално потребна енергија (клима во Осло)					
Категорија на потрошувачка	Стан	Канцеларија	Училиште	Болница	Хотели
	kWh/m ² god.	kWh/m ² god.	kWh/m ² god.	kWh/m ² god.	kWh/m ² god.
1. Греење	30	33	39	57	61
2. Вентилација	7	21	27	42	29
3. Санитарна топла вода	30	5	10	30	30
4. Вентилатори/пумпи	10	22	25	54	35
5. Осветление	17	25	22	47	47
6. Разно	23	34	13	47	6
7. Ладење	0	24	0	50	31
Вкупно (заокружено)	120	165	135	325	240

Потрошувачка на енергија во објекти

Индикатори за енергетски карактеристики

Енергетски индикатори за јавни згради во Австрија и Швајцарија (за греење на просториите и санитарна топла вода)

Категорија на објектот	Незадоволителни вредности, kWh/m ² god.	Вистински просечни вредности, kWh/m ² god.	Целни вредности по реновирање, kWh/m ² god.
Административни установи	>150	90 - 150	60 – 80
Предшколски установи	>150	90 - 150	50 – 80
Домаќинства	>180	150 – 190	<168
Школски установи	>150	90 - 150	50 - 80

Потрошувачка на енергија во објекти

Индикатори за енергетски карактеристики

Енергетски индикатори за јавни згради во Германија, според VDI (за греење на просториите, топла вода и електрична енергија)

Категорија на зградата	Просечна потрошувачка на топл. енергија, kWh/m ² god.	Целни вредности (топлинска енергија), kWh/m ² god.	Просечна потрошувачка на ел. енергија, kWh/m ² god.	Целни вредности (електрична енергија), kWh/m ² god.
Административни установи	110	65	17	8
Предшколски установи	120	65	6	5
Болници (kWh/g.) според бр. крев.	228000	15800	5100	3000
Школски установи	90	55	7	4
Базени, по повр. (kWh/m ² god.)	3895	1800	808	414

Потрошувачка на енергија во објекти

Индикатори за енергетски карактеристики

Индикатори за потрошувачка на топла вода во згради

Тип на зграда	Потрошувачка по корисник, L/ден	Врвна потреба по корисник, L/h	Залихи по корисник, L
Фабрика (без техн. вода)	22 - 45	9	5
Општи болници	160	3	27
Хостели	90	45	30
Куќи и станови	90 – 160	45	30
Канцеларии	22	9	5
Училишта (интернати)	115	20	25
Училишта	15	9	5

Потрошувачка на енергија во објекти

Индикатори за енергетски карактеристики

Класи на енергетска ефикасност на згради

Класа	Енергетски индикатор за греење, kWh/m ² god.	Коментар
A	0-30	Најдобра енергетска ефикасност
B	31-50	Висока енергетска ефикасност
C	51-70	Енергетски ефикасна зграда
D	71-120	Просечна енергетска ефикасност
E	121-160	Незадоволителна енергетска ефикасност
F	161-200	Енергетски многу неефикасна зграда
G	201-	Енергетски целосно неефикасна зграда

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

Методологија – заснована врз ISO и EN, најмногу ISO 13790:2008, EN 15316 и др.

Дефиниции

- Потребна енергија за греење и ладење: топлина што се предава на или се одзема од кондициониран простор со цел да се одржува одредена температура за време на одреден временски период.
- Потребна енергија за подготовка на санитарна топла вода: топлина што се користи за подготовка на одредено количество топла вода за санитарни потреби за да се покачи температурата на водата од водовод до температура на користење.
- Енергија на влез: влезна енергија во систем за греење, ладење или санитарна топла вода за покривање на енергетските потреби за греење, ладење или санитарна топла вода соодветно, вкл. и неискористливи топлински загуби на техничкиот систем.

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

Вкупни енергетски потреби на зградата

Вкупното енергетско барање на зградата е:

$$Q = Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{V,nd} + Q_{W,nd} + W_{A,nd} + W_{L,nd} - Q_{rvd} \quad (Wh)$$

$Q_{H,nd}$ – вкупно енергетско барање за греење

$Q_{C,nd}$ – вкупно енергетско барање за ладење

Енергијата за овлажување се смета како дел од ладењето или греењето и е вклучена како таква.

$Q_{V,nd}$ – енергија за вентилација

$Q_{W,nd}$ – вкупно енергетско барање за санитарна топла вода

$W_{A,nd}$ – барање за помошна енергија

$W_{L,nd}$ – енергија за осветление

Q_{rvd} – повратена енергија

Енергетските барања треба да се пресметуваат на годишно ниво за сите зони на зградата.

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

Потребна енергија за греење

- Потребната енергија (енергетски барања) за греење

$$Q_{H,nd} = Q_{ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \quad (Wh)$$

$Q_{H,nd}$ – енергетско барање на зградата за греење

Q_{ht} – потребна топлина за покривање на сите топлински загуби (трансмисија, инфилтрација)

$Q_{H,gn}$ – топлински добивки од сончево зрачење низ прозорците и интерни топлински добивки осветление, уреди и хумана метаболичка топлинска дисипација

$\eta_{H,gn}$ – утилизационен коефициент за топлински добивки.

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

Потребна енергија за покривање на вкупните топлински загуби

Енергетското барање за покривање на вкупните топлински загуби Q_{ht} , се пресметува според формулата:

$$Q_{ht} = H(\theta_{set,H} - \theta_e) t \text{ (Wh)}$$

каде:

H - пренос на топлина (коефициент на пренос на топлина), W/K

$\theta_{set,H}$ - внатрешна температура (зададена вредност, set-point, греење), °C

θ_e - просечна надворешна температура за време на пресметковниот период, °C

t - времетраење на пресметковниот период, h

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

Потребна енергија за покривање на вкупните топлински загуби

Доколку треба да се земе предвид внатрешната гранична температура (за греење со прекини во текот на нок, викенди и празници), потребната енергија за покривање на вкупните топлински загуби се пресметува според изразот:

$$Q_{ht} = H (\theta_{set,H} - \theta_e) t_{set,H} + H (\theta_{interm,H} - \theta_e) t_{interm,H} \text{ (Wh)}$$

H - коефициент на пренос на топлина W/K

$\theta_{set,H}$ - внатрешна проектна температура (set-point temperature), °C

$\theta_{interm,H}$ - внатрешна гранична (минимална) температура за намален интензитет на греење (set-back temperature), односно максимална внатрешна температура што треба да се одржува во периодите на намалено ладење, °C

θ_e - просечна надворешна температура за време на пресметковниот период, °C

$t_{set,H}$ - времетраење на пресметковниот период со зададена вредност, set-point, внатрешна температура, h

$t_{interm,H}$ - времетраење на пресметковниот период со зададената температура во намален интензитет на системот, set-back, внатрешна температура, h

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

Потребна енергија за покривање на вкупните топлински загуби

Доколку треба да се земе предвид внатрешната гранична температура при намален интензитет на системот (set-back temperature), се применува истиот пристап на поделба на $\Delta\theta$ и периодот на пресметка и кај следните равенки.

Коефициент на топлински загуби, H , се состои од две компоненти:

$$H = H_{tr} + H_{i,ve} \text{ (W/K)}$$

H_{tr} - коефициент на премин на топлина, W/K

$H_{i,ve}$ - коефициент кој ги зема предвид инфилтрацијата и природната вентилација W/K

Барањето за енергија за покривање на загубите за преносот на топлина Q_{tr} , се пресметува според формулата:

$$Q_{tr} = H_{tr} (\theta_n - \theta_e) t \text{ (Wh)}$$

H_{tr} - коефициент на премин на топлина, W/K

$\theta_n - \theta_e$ - температурна разлика помеѓу просечната внатрешна и надворешна температура за време на пресметковниот период, °C

t - времетраење на пресметковниот период, h

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

Потребна енергија за покривање на вкупните топлински загуби

Коефициентот на премин на топлина е дефиниран со изразот

$$H_{tr} = [\sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j] \text{ (W/K)}$$

A_i - површина на обвивката на зградата m²

U_i - коефициент на премин/пренос на топлина за елементите на обвивката на зградата, W/m²K

l_k - должина на линеарниот топлински мост k, m

Ψ_k - линеарен пренос на топлина на топлинскиот мост k, W/m.K

χ_j - пренос на топлина на точкастиот топлински мост j, W/m.K

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

Потребна енергија за покривање на вкупните топлински загуби

Потребната енергија за покривање на топлинските загуби од инфилтрација и природна вентилација, $Q_{i,ve}$, се пресметува според формулата:

$$Q_{i,ve} = H_{i,ve} (\theta_H - \theta_e) t \text{ (Wh)}$$

$$H_{i,ve} = \rho_a c_a q_{i,ve} \text{ (W/K)}$$

$H_{i,ve}$ - специфичен коефициент на премин на топлина за инфилтрација и природна вентилација, W/K

$\rho_a c_a$ - волуменски топлински капацитет на воздух = 0,33 Wh/m³K

$q_{i,ve}$ - проток на воздухот (за инфилтрација и природна вентилација) низ греениот простор (m³/h)

$\theta_H - \theta_e$ - разлика помеѓу внатрешната и надворешната температура за време на пресметковниот период со зададена внатрешна температура, set-point, °C

t - времетраење на пресметковниот период, h

$$q_{i,ve} = n V \text{ m}^3/\text{h}$$

n - број на измени на воздух поради инфилтрација, h⁻¹

V - волумен на греениот простор, m³

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски барања (потреби) за ладење

Вкупни топлински добивки:

$$Q_{gn} = Q_{sol} + Q_{tr} + Q_{int} \text{ (Wh)}$$

Q_{sol} - топлински добивки од сончево зрачење

Q_{tr} - топлински добивки од пренос на топлина

Q_{int} - збир на внатрешни топлински добивки од осветление, различни апарати и уреди и метаболична топлина од луѓето, Wh

Топлинските добивки од сончево зрачење, Q_{sol} , се пресметуваат според формулата:

$$Q_{sol} = \sum \Phi_{sol,k} t \text{ (Wh)}$$

$\Phi_{sol,k}$ - топлински доток од соларниот топлински извор k, W

t - времетраење на разгледуваниот месец или сезона.

Дотокот на топлина од зрачење низ елементи на зградата се пресметува според формулата:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} - F_{r,k} \Phi_{r,k} \text{ (W)}$$

$F_{sh,ob,k}$ - коефициент на намалување заради засенчување од надворешните препреки на ефективните собирни површини изложени на сончевото зрачење k

$A_{sol,k}$ - ефективна собирна површина k со зададена ориентација и агол на наклон, m²

$I_{sol,k}$ - сончево зрачење на површината k вклучувајќи ја облачноста, W/m²

$F_{r,k}$ - фактор на обликот помеѓу елементот на зградата k и небото

$\Phi_{r,k}$ - дополнителен топлински тек заради топлинско зрачење од небото кон елементот на зградата k.

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски барања (потреби) за ладење

Директните сончеви топлински добивки, $Q_{sol,d}$, се земаат предвид преку ефективната сончева приемна површина на застаклената обвивка, дадена со равенката:

$$A_{sol} = F_{Sh,gl} g_{gl} (1 - F_F) A_{w,p} \quad (m^2)$$

$F_{Sh,gl}$ - коефициент на засенчување од подвижни сенила

g_{gl} - вкупен премин на топлина од застаклување или транспарентен дел на елементот

F_F - коефициент на рамка

$A_{w,p}$ - вкупно проектирана површина на застаклениот елемент (на пр. површина на прозорец), m^2 .

Индириктните сончеви добивки, $Q_{sol,i}$, низ непрозрачни елементи се сметаат за многу мали и делумно компензирани со загубите на зрачење од зградата кон небото.

Индириктните сончеви добивки можат да бидат важни само за темни, слабо изолирани површини или големи површини изложени кон небото без директно сончево зрачење

$$A_{sol} = \alpha_{s,c} R_{se} U_c A_c \quad (m^2)$$

$\alpha_{s,c}$ - бездимензионален абсорпционен коефициент за соларно зрачење на непрозрачен дел;

R_{se} - отпор на надворешната површина на непрозрачниот елемент, m^2K/W

U_c - топлински пренос на непрозрачниот дел, m^2K

A_c - проектирана површина на непрозрачниот дел, m^2

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски барања (потреби) за ладење

Топлинско зрачење кон небото претставува дополнителна загуба на топлина.

$$\Phi_{r,k} = R_{se} U_c A_c h_r \Delta\theta_{er} \quad (W)$$

R_{se} - отпор на надворешната површина на непрозрачниот елемент, m^2K/W

U_c - вкупен коефициент на пренос на топлина за непрозрачен дел, W/m^2K

A_c - проектирана површина на непрозрачниот дел, m^2

h_r - коефициент на надворешен пренос на топлина, W/m^2K

$\Delta\theta_{er}$ - просечна разлика помеѓу надворешната температура на воздухот и видливата температура на небото, K .

Топлинските добивки од пренос се:

$$Q_{tr} = H_{tr} (\theta_{set,c} - \theta_e) t \quad (Wh)$$

H_{tr} - специфичен коефициент на пренос на топлина, W/K

$\theta_c - \theta_e$ - температурна разлика помеѓу просечните внатрешни и надворешни температури во пресметковниот период, $^{\circ}C$

t - времетраење на пресметковниот период, h

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски барања (потреби) за ладење

Специфичниот коефициент на премин на топлина е:

$$H_{tr} = [\sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j] \text{ (W/K)}$$

- A_i - површина на елементот i од обвивката на зградата, m^2
 U_i - коефициент на пренос на топлина на елементите на зградата W/m^2K
 l_k - должина на линеарниот топлински мост k , m
 Ψ_k - линеарна топлински премин на топлинскиот мост k , $W/m.K$
 χ_j - точкаст премин на топлина на точкастиот топлински мост j , $W/m.K$

Внатрешните добивки Q_{int} , се делат на добивки од уреди (осветление и различна опрема) и хумана метаболичка топлинска дисипација:

$$Q_{int} = \sum \Phi_{int,k} t = \Phi_l t_l + \Phi_v t_v + \Phi_m t_m \text{ (Wh)}$$

- $\Phi_{int,k}$ - просечен проток на топлина од внатрешен извор k , W
 t - пресметковен период, h
 Φ_l - просечна снага на осветление, W
 Φ_{var} - просечна снага на различна опрема, W
 Φ_m - метаболичка топлина од луѓето во зградата, W
 t_l - период на работа на осветлението, h
 t_{var} - период на работа на различната опрема, h
 t_m - период на присуство на луѓе во зградата – листа, h

Потрошувачка на енергија во објекти

Фактор на искористеност (утилизациски коефициент)

Фактор на користење (утилизациски фактор) за греење

$$\eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad \text{ако} \quad \gamma_H \neq 1$$

$$\eta_{H,gn} = \frac{a}{a+1} \quad \text{ако} \quad \gamma_H = 1$$

γ_H - однос добивки/загуби

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{ht}}$$

$Q_{H,gn}$ - вкупно топлински добивки, Wh

Q_{ht} - количество на топлина за покривање на топлинските загуби со пренос, вентилација и инфилтрација, Wh

a - нумерички параметар зависен од временската константа τ

Потрошувачка на енергија во објекти

Фактор на искористеност (утилизациски коефициент)

Нумеричкиот параметар a , зависен од временската константа τ , е:

$$a = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}}$$

$a_{H,0}$ - нумеричка константа зависна од пресметковниот метод
За месечна пресметка, $a_0 = 1$

τ - временска константа

$\tau_{H,0}$ - нумеричка константа зависна од пресметковниот метод
За месечна пресметка, $\tau_0 = 15$

Временската константа, τ , што ја карактеризира интерната топлинска инерција на загреваниот простор се пресметува според формулата:

$$\tau = \frac{C_{H,m}}{H}, (h)$$

$C_{H,m}$ - интерен топлински капацитет, кој што е складирана топлина во структурата на зградата кога температурата варира синусоидно во период од 24 часа со амплитуда од 1K.

H - Специфичен коефициент за топлина на зградата, W/K

Потрошувачка на енергија во објекти

Фактор на искористеност (утилизациски коефициент)

Фактор на користење (утилизациски коефициент) за ладење

$$\eta_{C,gn} = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad \text{ако} \quad \gamma_C \neq 1$$

$$\eta_{C,gn} = \frac{a}{a+1} \quad \text{ако} \quad \gamma_C = 1$$

γ_C - однос добивки/загуби

a - нумерички параметар зависен од временската константа τ

Однос добивки/загуби:

$$\gamma_c = \frac{Q_{C,gn}}{Q_C}$$

$Q_{C,gn}$ - вкупно топлински добивки, Wh

Q_C - количество на топлина за покривање на топлинските загуби со пренос, вентилација и инфилтрација, Wh

Потрошувачка на енергија во објекти

Фактор на искористеност (утилизациски коефициент)

Нумеричкиот параметар a , зависен од временската константа τ , е:

$$a = a_{c,0} + \frac{\tau}{\tau_{c,0}}$$

$a_{c,0}$ - нумеричка константа зависна од пресметковниот метод

За месечна пресметка, $a_0 = 1$

τ - временска константа

$\tau_{c,0}$ - нумеричка константа зависна од пресметковниот метод

За месечна пресметка, $\tau_0 = 15$

Временската константа, τ , што ја карактеризира интерната топлинска инерција на греаниот простор се пресметува според формулата:

$$\tau = \frac{C_{c,m}}{H}, (h)$$

$C_{c,m}$ - интерен топлински капацитет, кој што е складирана топлина во структурата на зградата кога температурата варира синусоидно во период од 24 часа со амплитуда од 1K.

H - Специфичен коефициент за топлина на зградата, W/K

Внатрешниот капацитет на греан волумен, C , може да се пресмета со сумирање на ефективните топлински капацитети на сите елементи на зградата во директен топлински контакт со внатрешниот воздух на зоната:

$$C_m = \sum \chi_j A_j, (J/K)$$

χ_j - внатрешен топлински капацитет по површина на елементот на зградата j , употребувајќи соодветен временски период и максимална ефективна дебелина (J/m^2K). За одредување на утилизациониот фактор, максимална дебелина е 100 mm.

A_j - површина на елементот j , m^2

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски барања за вентилација

Енергетското барање за покривање на преминот на топлина за механичка вентилација, Q_{ve} , се пресметува според формулата:

$$Q_{ve} = H_{ve}(\theta_{ve} - \theta_e) t_{ve} (Wh)$$

каде:

$$H_{ve} = \rho_a c_a q_{ve} (W/K)$$

H_{ve} - специфичен коефициент за вештачка вентилација, W/K

$\rho_a c_a$ - толински капацитет на воздухот (= 0,33 Wh/m³K)

q_{ve} - проток на воздух низ системот за механичка вентилација, m³/h

θ_{ve} - проектна температура на уфрлување на доводниот воздух, °C

θ_e - просечна надворешна температура за време на пресметковниот период, °C

t_{ve} - времетраење на работата на вентилациониот систем, h

Температурата после единицата за поврат на топлина, θ_r , се пресметува според формулата:

$$\theta_{hru,set} = \theta_e (1 - \eta_{hru}) + \theta_H \eta_{hru} (°C)$$

каде:

θ_e - просечна надворешна температура за време на пресметковниот период, °C

θ_H - просечна надворешна температура, °C

η_{hru} - Температурна ефикасност на уредот за поврат на топлина, %

Износот на повратената топлина, Q_r , е земен предвид преку θ_{hru} .

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

- Санитарна топла вода

Енергетското барање за санитарна топла вода се пресметува според следната формула:

$$Q_W = 4,182 \cdot V_{W,A} \cdot (\theta_{W,del} - \theta_{W,0}) \cdot a_2 \quad (\text{kWh})$$

каде:

Q_W - енергетско барање за санитарна топла вода, kWh

$V_{W,A}$ - годишно потребно количество на санитарна топла вода, m³

$\theta_{W,del}$ - температура на испорачаната топла вода, °C

$\theta_{W,0}$ - температура на доводната ладна вода, °C

a_2 - фактор за конверзија kJ во kWh ($0,278 \cdot 10^{-3}$ kWh/kJ)

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

- Енергетски барања за осветление

Енергетските барања за осветление W_L се состои од:

$$W_L = W_{L,I} + W_{L,par}$$

каде:

$W_{L,I}$ - енергија употребена за осветление на зградата, W

$W_{L,par}$ - енергетско барање за паразитска енергија (полнење на панично осветление)

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

4 Технички загуби

За пресметка на потребата од енергија, треба да бидат вклучени и неповратените загуби во системот. Тука можат да се сметаат загуби во предавањето и дистрибуцијата на системот за генерирање, како и во елементите на автоматската контрола.

Влезната енергија се пресметува како што следи:

$$Q_{H,sys} = \frac{Q_{H,nd}}{\eta_{H,sys}} \quad \text{за греење}$$

and

$$Q_{C,sys} = \frac{Q_{C,nd}}{\eta_{C,sys}} \quad \text{за ладење}$$

каде:

$Q_{H,sys}$ и $Q_{C,sys}$ – потрошувачка на енергија за системите на греење и ладење со вклучени соодветни загуби во системот, $W_{H,sys}$ односно $W_{C,sys}$;

$\eta_{H,sys}$ и $\eta_{C,sys}$ – вкупна ефикасност на системите за греење и ладење, не сметајќи ја потрошувачката дефинирана како додатна енергија

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

Ефикасноста на системот, вкупно за греење и ладење се пресметува како:

$$\eta_{H,sys} = \eta_{em} \eta_{dis} \eta_a \eta_{gen}$$

η_{em} - коефициент на ефикасност на системот за предавање на енергијата;

η_{dis} - коефициент на ефикасност на дистрибутивниот систем;

η_a - коефициент на ефикасност на системот за управување и контрола (овој коефициент се корегира при невозможност / несоодветност на системот за контрола да ги следи вредностите на внатрешните температури и зададените температури при намален интензитет на системот, set-back);

η_a - коефициент на работа и одржување на системот;

η_{gen} - коефициент на ефикасноста на системот за генерирање на енергија за греење и ладење.

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

- Метод на вклучување на техничките загуби во системите

$$Q_{vl,g} = Q_g (1/\eta_{em})(1/\eta_{dis})(1/\eta_{ar})(1/\eta_{eo})(1/\eta_{proiz}), Wh$$

Q_g потребна енергија за покривање на топлинските загуби поради трансмисија, природна вентилација и инфилтрација, земајќи ги предвид добивките на топлина;

η_{em} фактор на ефикасност на системот за емисија на топлина;

η_{dis} фактор на ефикасност на системот за дистрибуција;

η_{ar} фактор на ефикасност на системот за регулација (овој фактор ја коригира невозможната/несоодветноста на системот за регулација да ги следи вредностите на внатрешните и на долните гранични температури);

η_{eo} фактор на ефикасност на експлоатацијата и одржувањето на системот за греење;

η_{proiz} фактор на ефикасност на системот за производство на енергија.

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

5 Помошна енергија

Помошната енергија за работа на машинеријата на системот е:

$$W = W_{H,nd} + W_{C,nd} + W_{V,nd} + W_{W,nd} \quad (Wh)$$

каде:

$W_{H,nd}$ — барање на помошна енергија за греење;

$W_{C,nd}$ — барање на помошна енергија за ладење;

$W_{V,nd}$ — помошна енергија за вентилација;

$W_{W,nd}$ — барање на помошна енергија за санитарна топла вода.

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

5.1 Барања за помошна енергија за греење

Помошната енергија за греење $W_{H,nd}$ се состои од:

$$W_{H,nd} = W_{H,b} + W_{H,sol} + W_{H,dh} + W_{H,hp} + W_{H,p} + W_{H,ve} + W_{H,hum}$$

каде:

$W_{H,b}$ - помошна енергија за котлите и придружната опрема;

$W_{H,sol}$ - помошна енергија за соларниот систем;

$W_{H,hp}$ - помошна енергија за моторите на топлинската пумпа;

$W_{H,dh}$ - помошна енергија за уредите за превземање на енергија од систем за далечинско снабдување со топлина;

$W_{H,p}$ - помошна енергија за пумпи;

$W_{H,ve}$ - помошна енергија за вентилатори;

$W_{H,hum}$ - помошна енергија за влажење.

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

5.2 Помошна енергија за ладење

Помошната енергија за ладње $W_{C,nd}$ се состои од:

$$W_{C,nd} = W_{H,ch} + W_{C,p} + W_{C,ve}$$

каде:

$W_{H,ch}$ - помошна енергија за моторите на ладилникот за вода;

$W_{C,p}$ - помошна енергија за пумпи;

$W_{C,ve}$ - помошна енергија за вентилатори.

5.3 Помошна енергија за вентилација

Помошната енергија за вентилација е еднаква со енергијата за работа на вентилаторите и пратечката опрема.

5.4 Помошна енергија за санитарна топла вода

Помошната енергија за санитарна топла вода $W_{W,nd}$ се состои од:

$$W_{W,nd} = W_{W,gen} + W_{W,p}$$

каде:

$W_{W,hp}$ - помошна енергија за генераторот на санитарна топла вода;

$W_{W,p}$ - помошна енергија за циркулаторите;

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

Вентилатори и пумпи

- Вентилатори и пумпи во системот за греење

Енергијата за работа на вентилаторите $Q_{ven,g}$, се пресметува со следнава формула:

$$Q_{ven,g} = \Phi_{ven,g} t_{ven,g} \text{ (Wh)}$$

каде е:

$\Phi_{ven,g}$ просечна моќност на вентилаторите во системот за греење, W

$t_{ven,g}$ период на работа на вентилаторите во системот за греење, h

Енергијата за работа на пумпите, $Q_{pum,g}$, се пресметува со следнава формула:

$$Q_{pum,g} = \Phi_{pum,g} t_{pum,g} \text{ (Wh)}$$

каде е:

$\Phi_{pum,g}$ просечна моќност на пумпите во системот за греење,

$t_{pum,g}$ период работа на пумпите во системот за греење, h

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

- Вентилатори и пумпи во системот за ладење

Енергијата за работа на вентилаторите, $Q_{ven,l}$, се пресметува според следнава формула:

$$Q_{ven,l} = \Phi_{ven,l} t_{ven,l} \text{ (Wh)}$$

каде е:

$\Phi_{ven,l}$ просечна моќност на вентилаторите во системот за ладење, W

$t_{ven,l}$ период на работа на вентилаторите во системот за ладење, h

Енергијата за работа на пумпите, $Q_{pum,l}$, се пресметува со следнава формула:

$$Q_{pum,l} = \Phi_{pum,l} t_{pum,l} \text{ (Wh)}$$

каде е:

$\Phi_{pum,l}$ просечна моќност на пумпите за системот за ладење, W

$t_{pum,l}$ работен режим на пумпите за системот за ладење, h

Потрошувачка на енергија во објекти

Енергетски пресметки

Други уреди

- Осветление

Енергијата за работа на осветлението, Q_o , се пресметува со следнава формула:

$$Q_o = \Phi_o t_o \text{ (Wh)}$$

каде е:

Φ_o просечна моќност на осветлението, W

t_o работен режим на осветление, h

- Друга опрема

Енергијата за работа на разна опрема, $Q_{raz,op}$, се пресметува според формулата:

$$Q_{raz,op} = \Phi_{raz,op} t_{raz,op} \text{ (Wh)}$$

каде е:

$\Phi_{raz,op}$ просечна моќност на разна опрема, W

$t_{raz,op}$ работен режим на разна опрема, h